



Penguin
Random
House

MARCADOR

DK LONDON

EDITORA DE ARTE DO PROJETO
Katie Cavanagh

COORDENADORA EDITORIAL
Georgina Palffy

EDITOR DE ARTE EXECUTIVO
Lee Griffiths

EDITOR EXECUTIVO
Stephanie Farrow

DIRETOR DE EDIÇÃO
Jonathan Metcalf

DIRETOR DE ARTE
Phil Ormerod

EDITOR
Andrew Macintyre

DESIGN DA CAPA
Laura Brim

EDITOR DA CAPA
Maud Whatley

RESPONSÁVEL PELO DESIGN
DA CAPA
Sophia MTT

PRODUTOR DE PRÉ-PRODUÇÃO
Adam Stoneham

PRODUTOR
Mandy Inness

ILUSTRAÇÕES
James Graham, Peter Liddiard

Produzido para a DK por

TALLTREE LTD

EDITORES
Rob Colson
Camilla Hallinan
David John

DESIGN E DIREÇÃO DE ARTE
Ben Ruocco

DK DELHI

EDITOR DE PROJETO
Priyaneet Singh

EDITOR DE ARTE ASSISTENTE
Vidit Vashisht

DESIGNER DTP
Jaypal Chauhan

EDITOR EXECUTIVO
Kingshuk Ghoshal

EDITOR DE ARTE EXECUTIVO
Govind Mittal

RESPONSÁVEL DE PRÉ-PRODUÇÃO
Balwant Singh

DESIGN ORIGINAL

STUDIO 8

UM MUNDO DE IDEIAS
www.dk.com

EDIÇÃO ORIGINAL

Título: *The Science Book*
Copyright © 2014 by Dorling Kindersley Limited
First published in Great Britain in 2014 by
Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London, WC2R 0RL
A Penguin Random House Company

EDIÇÃO PORTUGUESA

A presente edição segue a grafia do Novo
Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa
info@marcador.pt
www.marcador.pt
facebook.com/marcadoreditora

© 2016 Direitos reservados para Portugal por
Marcador Editora, uma empresa Editorial
Presença, Estrada das Palmeiras, 59,
Queluz de Baixo
2730-132 Barcarena

Direção Editorial

João Gonçalves

Assistente Editorial

Marina Oliveira

Comunicação e Marketing

Rita Fazenda

Comunidades Digitais

Liliana Marques

Tradução

Alexandra Cardoso

Revisão

Rui Augusto

Revisão técnica

Nuno Camarneiro

Pré-impressão

Gráfica 99

Todos os direitos reservados.
Nenhuma parte desta publicação pode ser
reproduzida, total ou parcialmente, por
quaisquer métodos ou processos, sejam eles
eletrónicos, mecânicos, fotocópias ou outros,
sem a autorização escrita do detentor da
propriedade literária.

ISBN: 978-989-754-266-4
Depósito legal: 411261/16
1.ª edição: outubro de 2016

Impresso na China por Leo Paper Products Ltd
(DK)

COLABORADORES

ADAM HART-DAVIS, EDITOR CONSULTOR

Adam Hart-Davis estudou Química nas universidades de Oxford, York e de Alberta, no Canadá. Passou cinco anos a editar livros científicos e há 30 que produz e apresenta programas de televisão e rádio sobre ciência, tecnologia, matemática e história. Escreveu 30 livros sobre ciência, tecnologia e história.

JOHN FARNDON

John Farndon é um escritor científico, cujos livros foram quatro vezes selecionados para o prémio literário júnior de ciência da Royal Society e também para o prémio da Society of Authors Education. Escreveu, entre outros livros, *The Great Scientists* e *The Oceans Atlas*. Contribuiu para os livros *Science* e *Science Year by Year* da DK.

DAN GREEN

Dan Green é autor e escritor científico. Tem um mestrado em Ciências Naturais pela Universidade de Cambridge e já escreveu mais de 40 livros. Recebeu duas menções honrosas para o prémio da Royal Society Young People's Book de 2013 e a sua série *Basher Science* vendeu mais de dois milhões de cópias.

DEREK HARVEY

Derek Harvey é um naturalista com interesse específico em biologia evolutiva e o autor de títulos como *Science* e *The Natural History Book* da DK. Estudou Zoologia na Universidade de Liverpool, ensinou uma geração de biólogos e liderou expedições à Costa Rica e a Madagáscar.

PENNY JOHNSON

Penny Johnson começou como engenheira aeronáutica, trabalhando em aviões militares durante dez anos, antes de se tornar professora de ciências e mais tarde editora, produzindo cursos didáticos de ciência para escolas. Há mais de dez anos que Penny se dedica a tempo inteiro à escrita educativa.

DOUGLAS PALMER

Douglas Palmer, um escritor científico com residência em Cambridge, na Grã-Bretanha, publicou mais de 20 livros nos últimos 14 anos – recentemente, uma aplicação (NHM Evolution) para o Museu de História Natural de Londres e o livro infantil *WOW Dinosaur* da DK. É também professor no University of Cambridge Institute of Continuing Education.

STEVE PARKER

Steve Parker é autor e editor de mais de 300 livros informativos de ciência, especialmente biologia e ciências da vida. Tem uma licenciatura em Zoologia, é membro científico sénior da Zoological Society de Londres e autor de livros para várias idades e editoras. Steve já recebeu diversos prémios, mais recentemente o UK School Library Association Information Book Award de 2013, por *Science Crazy*.

GILES SPARROW

Giles Sparrow estudou Astronomia no University College de Londres e Comunicação Científica no Imperial College, em Londres, sendo autor *best-seller* de livros científicos e de astronomia. Os seus títulos incluem *Cosmos*, *Spaceflight*, *The Universe in 100 Key Discoveries* e *Physics in Minutes*, além de contribuir para a DK em livros como *Universe* e *Space*.

ÍNDICE

10 INTRODUÇÃO

O INÍCIO DA CIÊNCIA

600 a. C.-1400 d. C.

20 Os eclipses do Sol podem ser previstos

Tales de Mileto

21 Agora conheça as quatro raízes de tudo

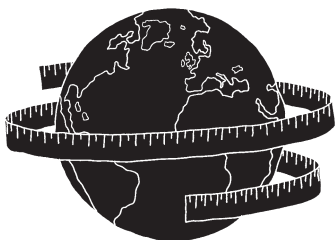
Empédocles

22 Medir a circunferência da Terra

Eratóstenes

23 O ser humano está relacionado com os seres inferiores

Al-Tusi



24 Um objeto flutuante desloca o seu próprio volume em líquido

Arquimedes

26 O Sol é como fogo, a Lua é como água

Zhang Heng

28 A luz viaja em linha reta para dentro dos nossos olhos

Alhazen

REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

1400-1700

34 O Sol está no centro de tudo

Nicolau Copérnico

40 A órbita de qualquer planeta é uma elipse

Johannes Kepler

42 Um objeto em queda acelera uniformemente

Galileu Galilei

44 O globo terrestre é um íman

William Gilbert

45 Não argumentando, mas experimentando

Francis Bacon

46 Abordar a elasticidade do ar

Robert Boyle

50 A luz é uma partícula ou uma onda?

Christiaan Huygens

52 A primeira observação de um trânsito de Vénus

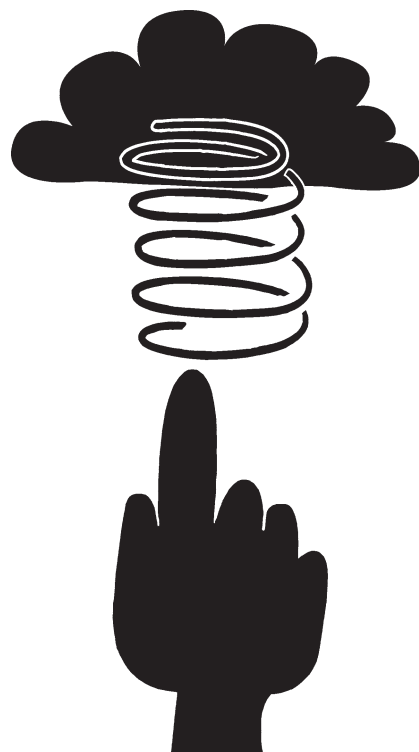
Jeremiah Horrocks

53 Os organismos desenvolvem-se seguindo uma série de passos

Jan Swammerdam

54 Todas as coisas vivas são compostas por células

Robert Hooke



55 As camadas rochosas formam-se umas sobre as outras

Nicolau Steno

56 Observações microscópicas de animálculos

Antonie van Leeuwenhoek

58 Medir a velocidade da luz

Ole Rømer

60 Uma espécie nunca nasce da semente de outra

John Ray

62 A gravidade afeta tudo no Universo

Isaac Newton

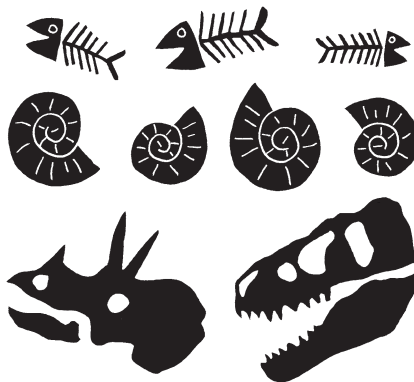
EXPANDIR HORIZONTES 1700-1800

- 74 A natureza não avança através de saltos**
Carl Lineu
- 76 O calor que desaparece na conversão da água em vapor não se perde**
Joseph Black
- 78 Ar inflamável**
Henry Cavendish
- 80 À medida que se aproximam do equador, os ventos sopram mais de leste** George Hadley
- 81 Uma forte corrente tem origem no golfo da Florida**
Benjamin Franklin
- 82 Ar desflogistado**
Joseph Priestley
- 84 Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma**
Antoine Lavoisier
- 85 A massa das plantas vem do ar**
Jan Ingenhousz
- 86 Descobrir novos planetas**
William Herschel
- 88 A diminuição da velocidade da luz** John Michell
- 90 Pôr o fluido elétrico em movimento**
Alessandro Volta

- 96 Nenhum vestígio do início, nem perspectiva do fim**
James Hutton
- 102 A atração das montanhas**
Nevil Maskelyne
- 104 O mistério da natureza na estrutura e na fertilização das flores**
Christian Sprengel
- 105 Os elementos combinam-se sempre da mesma forma**
Joseph Proust

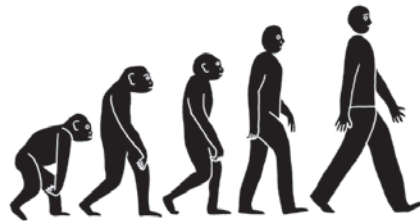
UM SÉCULO DE PROGRESSO 1800-1900

- 110 As experiências podem ser repetidas com grande facilidade quando o Sol brilha** Thomas Young
- 112 Averiguar o peso relativo das derradeiras partículas**
John Dalton
- 114 Os efeitos químicos produzidos pela eletricidade**
Humphry Davy



- 115 Mapear as rochas de uma nação** William Smith
- 116 Ela sabe a que tribo os ossos pertencem**
Mary Anning
- 118 A herança das características adquiridas**
Jean-Baptiste Lamarck
- 119 Todo o composto químico tem duas partes**
Jöns Jakob Berzelius
- 120 O conflito elétrico não se restringe ao fio condutor**
Hans Christian Ørsted
- 121 Um dia, caro senhor, poderá taxá-la**
Michael Faraday
- 122 O calor penetra todas as substâncias do universo**
Joseph Fourier
- 124 Produção artificial de substâncias orgânicas a partir de substâncias inorgânicas**
Friedrich Wöhler
- 126 Os ventos nunca sopram em linha reta**
Gaspard-Gustave de Coriolis
- 127 Sobre a luz colorida das estrelas binárias**
Christian Doppler
- 128 O glaciar foi o grande arado de Deus**
Louis Agassiz
- 130 A natureza pode ser representada como um todo imenso**
Alexander von Humboldt

- 136 A luz desloca-se mais lentamente na água do que no ar**
Léon Foucault
- 138 A força viva pode ser convertida em calor**
James Joule
- 139 A análise estatística do movimento molecular**
Ludwig Boltzmann
- 140 Não era o plástico aquilo que eu queria inventar**
Leo Baekeland
- 142 Chamei a este princípio «seleção natural»**
Charles Darwin
- 150 Prever o clima**
Robert FitzRoy
- 156 *Omne vivum ex vivo* – toda a vida tem origem na vida** Louis Pasteur
- 160 Uma das cobras agarrou a própria cauda**
August Kekulé
- 166 A proporção média de três para um expressa definitivamente**
Gregor Mendel
- 172 Um elo evolutivo entre pássaros e dinossauros**
Thomas Henry Huxley
- 174 Uma periodicidade aparente de propriedades**
Dmitri Mendeleev
- 180 A luz e o magnetismo são expressões da mesma substância**
James Clerk Maxwell



- 186 Havia raios a sair do tubo**
Wilhelm Röntgen
- 188 Ver para dentro da Terra**
Richard Dixon Oldham
- 190 A radiação é uma propriedade atômica dos elementos**
Marie Curie
- 196 Um fluido vivo contagioso**
Martinus Beijerinck

UMA MUDANÇA DE PARADIGMA 1900-1945

- 202 Os quanta são pacotes discretos de energia**
Max Planck
- 206 Agora sei qual a aparência do átomo**
Ernest Rutherford
- 214 A gravidade é uma distorção no contínuo espaço-tempo**
Albert Einstein
- 222 Os continentes flutuantes da Terra são peças gigantes de um puzzle em constante mudança**
Alfred Wegener

- 224 Os cromossomas desempenham um papel na hereditariedade**
Thomas Hunt Morgan
- 226 As partículas têm propriedades semelhantes a ondas** Erwin Schrödinger
- 234 A incerteza é inevitável**
Werner Heisenberg
- 236 O Universo é grande... e está a expandir-se**
Edwin Hubble
- 242 O raio do espaço começou no zero** Georges Lemaître
- 246 Toda a partícula de matéria possui uma contraparte de antimatéria**
Paul Dirac
- 248 Há um limite superior além do qual um núcleo estelar em colapso se torna instável**
Subrahmanyan Chandrasekhar



- 249 A vida é um processo de aquisição de conhecimento**
Konrad Lorenz
- 250 Faltam 95% do Universo**
Fritz Zwicky
- 252 Uma máquina de computação universal**
Alan Turing
- 254 A natureza da ligação química** Linus Pauling
- 260 Existe uma energia impressionante contida no núcleo de um átomo**
J. Robert Oppenheimer

OS PILARES FUNDAMENTAIS

1945 ATÉ AO PRESENTE

- 270 Somos feitos de pó das estrelas** Fred Hoyle
- 271 Genes móveis**
Barbara McClintock
- 272 A estranha teoria da luz e da matéria**
Richard Feynman
- 274 A vida não é um milagre**
Harold Urey e Stanley Miller
- 276 Queremos sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxirribonucleico (ADN)**
James Watson e Francis Crick
- 284 Tudo o que pode acontecer acontece** Hugh Everett III



- 286 Um jogo do galo perfeito**
Donald Michie
- 292 A unidade das forças fundamentais**
Sheldon Glashow
- 294 Somos a causa do aquecimento global**
Charles Keeling
- 296 O efeito borboleta**
Edward Lorenz
- 298 Um vácuo não é exatamente nada** Peter Higgs
- 300 A simbiose está em toda a parte** Lynn Margulis
- 302 Os *quarks* surgem em trios**
Murray Gell-Mann
- 308 Uma teoria de tudo?**
Gabriele Veneziano
- 314 Os buracos negros evaporam-se**
Stephen Hawking
- 315 A Terra e todas as suas formas de vida compõem um organismo chamado Gaia** James Lovelock
- 316 Uma nuvem é feita de vagas sobre vagas**
Benoît Mandelbrot
- 317 Um modelo quântico de computação**
Yuri Manin
- 318 Os genes podem passar de uma espécie para outra**
Michael Syvanen
- 320 A bola de futebol é capaz de suportar bastante pressão**
Harry Kroto
- 322 Introduzir genes em seres humanos para curar doenças**
William French Anderson
- 324 Desenhar novas formas de vida no ecrã de um computador** Craig Venter
- 326 Uma nova lei da natureza**
Ian Wilmut
- 327 Mundos além do Sistema Solar** Geoffrey Marcy
- 328 BIOGRAFIAS**
- 340 GLOSSÁRIO**
- 344 ÍNDICE REMISSIVO**
- 352 AGRADECIMENTOS**



A ciência é uma busca contínua pela verdade – uma luta perpétua pela descoberta de como o Universo funciona, que remonta às primeiras civilizações. Conduzida pela curiosidade humana, apoiou-se no raciocínio, na observação e na experimentação. O mais conhecido dos antigos filósofos gregos, Aristóteles, escreveu extensivamente sobre assuntos científicos e estabeleceu as bases para grande parte do trabalho que se seguiu. Era um bom observador da natureza, mas apoiava-se inteiramente no pensamento e na argumentação, não fazendo quaisquer experiências e, em resultado disso, errou em muitas coisas. Afirmou, por exemplo, que os objetos grandes caem mais depressa do que os pequenos e que, se um objeto tiver o dobro do peso de outro, cairá duas vezes mais depressa. Embora isto esteja errado, ninguém duvidou do facto até o astrónomo italiano Galileu Galilei refutar a ideia, em 1590. Ainda que, hoje em dia, pareça óbvio que um bom cientista deve basear-se em provas empíricas, nem sempre isso foi evidente.

O método científico

Um sistema lógico para o processo científico foi pela primeira vez apresentado pelo filósofo inglês Francis Bacon, no início do século XVII. Partindo

do trabalho do cientista árabe Alhazen, 600 anos antes, e reforçado depois pelo filósofo francês René Descartes, o método científico de Bacon exige que os cientistas façam observações, formulem uma teoria para explicar o que se passa e realizem experiências para verificar se a teoria funciona. Se esta parecer verdadeira, os resultados poderão então ser enviados para revisão por pares, altura em que pessoas da mesma área ou de áreas afins são convidadas a encontrar falhas no argumento e, conseqüentemente, a provar a teoria como falsa ou a repetir a experiência para garantir a veracidade dos resultados.

Elaborar uma hipótese ou uma previsão testável é sempre útil. Ao observar o cometa de 1682, o astró-

nomo inglês Edmond Halley percebeu que este era semelhante aos cometas relatados em 1531 e 1607 e sugeriu que os três eram o mesmo objeto, orbitando em redor do Sol. Previu o seu regresso em 1758 e acertou, ainda que por pouco – o cometa foi avistado a 25 de dezembro. Hoje, o cometa é conhecido pelo nome de Halley. Como os astrónomos raramente são capazes de realizar experiências, as provas só podem vir pela observação.

As experiências podem testar uma teoria ou ser puramente especulativas. Quando o físico neozelandês Ernest Rutherford observou os seus alunos, que disparavam partículas alfa contra folhas de ouro em busca de pequenas deflexões, sugeriu que colocassem o detetor ao lado da fonte e, para espanto dos alunos, algumas das partículas alfa fizeram ricochete na folha laminada. Rutherford disse que era como se balas ressaltassem num lenço de papel – o que o conduziu a uma nova ideia sobre a estrutura do átomo.

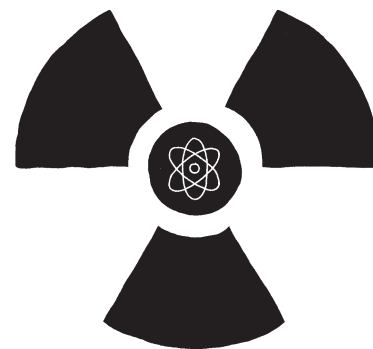
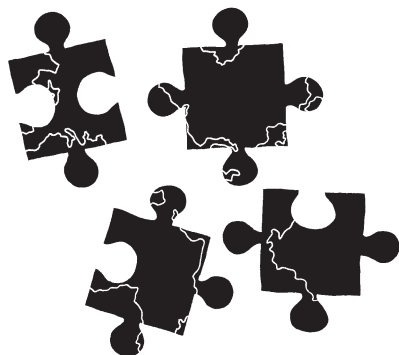
Uma experiência é ainda mais persuasiva se o cientista, ao propor uma nova teoria ou modelo, fizer uma previsão sobre o seu desfecho. Se a experiência apresentar o resultado previsto, o cientista tem provas que suportam a sua teoria. Ainda assim, a ciência não pode nunca provar que uma teoria está correta; tal como fri-



Todas as verdades são fáceis de compreender, uma vez descobertas; o problema é descobri-las.

Galileu Galilei





sou Karl Popper, o filósofo da ciência do século xx, ela apenas pode refutar coisas. Cada experiência que apresente as respostas previstas é uma prova sustentando a ideia, mas uma que falhe pode derrubar toda a teoria.

Ao longo dos séculos, conceitos há muito mantidos, como a geocentricidade do Universo, os quatro humores do corpo, o elemento fogo «flogisto» e um meio misterioso chamado «éter» foram todos refutados e substituídos por novas teorias. Estas, por sua vez, são apenas teorias e ainda podem ser refutadas, embora, em muitos casos, tal seja improvável, considerando as provas que as suportam.

Progressão das ideias

A ciência raramente avança em passos simples e lógicos. As descobertas podem ser feitas simultaneamente por cientistas trabalhando independentemente, mas quase todos os avanços dependem, até certo ponto, do trabalho e das teorias anteriores. Um dos motivos para se construir o vasto equipamento conhecido como o Grande Colisor de Hadrões (LHC – Large Hadron Collider) foi a busca pela partícula de Higgs, cuja existência tinha sido prevista 40 anos antes, em 1964. Essa previsão assentava em décadas de trabalho teórico sobre a estrutura do átomo, remontando a Rutherford e ao trabalho do físico di-

namarquês Niels Bohr, na década de 1920, o qual dependia da descoberta do elétron, em 1897, que, por sua vez, assentava na descoberta dos raios catódicos, em 1869. Estes não poderiam ter sido descobertos sem a bomba a vácuo e, em 1799, a invenção da pilha – e, assim, a corrente retrocede ao longo de décadas e séculos. O grande físico inglês Isaac Newton pronunciou uma frase que se tornou famosa: «Se consegui ver mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes.» Ele referia-se sobretudo a Galileu, mas terá lido também, provavelmente, uma cópia do *Livro de Ótica* de Alhazen.

Os primeiros cientistas

Os primeiros filósofos com uma visão científica viveram na Grécia antiga, durante os séculos vi e v a. C. Tales de Mileto previu um eclipse do Sol em 585 a. C.; Pitágoras estabeleceu uma escola de matemática, 50 anos depois, no atual Sul de Itália, e Xenófanes, depois de encontrar conchas do mar numa montanha, concluiu que, a determinada altura, toda a Terra deve ter estado coberta pelo mar.

Na Sicília, no século v a. C., Empédocles afirmou que terra, ar, fogo e água são «as raízes quádruplas de tudo». Também levou os seus seguidores à cratera do vulcão Etna e saltou lá para dentro, aparentemente para

mostrar que era imortal – e, consequentemente, recordamo-lo até hoje.

Observadores de estrelas

Entretanto, na Índia, na China e no Mediterrâneo, as pessoas tentavam compreender o movimento dos corpos celestes. Fizeram mapas estelares – em parte, como auxiliares na navegação – e batizaram estrelas e grupos de estrelas. Também notaram que algumas apresentavam percursos irregulares, quando comparadas com as «estrelas fixas». Os gregos deram a essas estrelas errantes o nome de «planetas». Os chineses avistaram o cometa Halley em 240 a. C. e, em 1054, uma supernova conhecida atualmente como Nebulosa do Caranguejo.



Se quiser efetivamente perseguir a verdade, é preciso duvidar, pelo menos uma vez na vida, tanto quanto possível, de todas as coisas.

René Descartes

